

# 東北日本弧南部背弧域四火山（守門火山，浅草火山， ， 榊形火山， 飯土火山）の年代学的・岩石学的研究 ， および東北日本弧第四紀火山の時空分布について の考察

著者	赤石 和幸
号	40
学位授与番号	1096
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/38493">http://hdl.handle.net/10097/38493</a>

氏名・（本籍）	あか いし かず ゆき 赤 石 和 幸
学 位 の 種 類	博 士（理 学）
学 位 記 番 号	理 第 1 0 9 6 号
学位授与年月日	平 成 9 年 3 月 5 日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
最 終 学 歴	平成4年3月東北大学大学院理学研究科 （博士課程前期2年の課程）地学専攻修了
学 位 論 文 題 目	東北日本弧南部背弧域四火山（守門火山，浅草火山，榊形火山， 飯土火山）の年代学的・岩石学的研究，および東北日本弧第四紀 火山の時空分布についての考察
論 文 審 査 委 員	（主査）教 授 藤 巻 宏 和 教 授 蟹 澤 聰 史，教 授 秋 月 瑞 彦 教 授 大 本 洋，教 授 大 谷 栄 治

## 論 文 目 次

### ABSTRACT

#### 序論

#### 第1章. 守門火山の地質学および岩石学

##### 第1節. 守門火山の山体形成史

###### I. 緒言

###### II. 地形

###### III. 地質概説

###### IV. 地質名説

###### 1. 第1期噴出物

###### 2. 第2期噴出物

###### 3. 第3期噴出物

###### V. K-Ar年代

###### 1. 測定方法

###### 2. 測定結果

###### VI. 岩石記載

###### 1. 第1期噴出物

###### 2. 第2期噴出物

###### 3. 第3期噴出物

###### VII. 全岩主成分化学組成

###### 1. 分析方法

###### 2. 結果

###### VIII. 考察

1. 守門火山の活動時期
2. 山体形成史の特徴
3. 活動期間と噴出体積, 噴出率

#### IX. 第1節のまとめ

### 第2節. 守門火山下のマグマプロセス

- I. 緒言
- II. 微量成分化学組成および希土類元素組成, Sr 同位体組成
  1. 分析方法
  2. 結果
- III. 斜長石斑晶サイズ分布
  1. マグマ混合と端成分マグマ
  2. CSD 理論の概略
  3. 測定方法
  4. 測定結果
  5. 斜長石斑晶サイズ分布の解釈

#### IV. 第2節のまとめ

### 第2章. 浅草火山の形成史と岩石

- I. 緒言
- II. 地形
- III. 地質概説
- IV. 地質各説
  1. 早期溶岩流
  2. 浅草本体噴出物
- V. K-Ar 年代
  1. 測定方法
  2. 測定結果
- VI. 岩石記載
  1. 早期噴出溶岩流
  2. 浅草本体噴出物
- VII. 全岩化学組成
  1. 分析方法
  2. 結果
- VIII. 考察
  1. 浅草火山の活動時期
  2. 活動期間と噴出体積, 噴出率

#### IX. 第2章のまとめ

### 第3章. 榊形火山の地質と岩石

- I. 緒言
- II. 地形
- III. 地質
  1. 榊形山溶岩

- IV. 岩石記載
- V. 全岩化学組成
  - 1. 分析方法
  - 2. 結果

- VI. 第3章のまとめ

## 第4章. 飯土火山の山体形成史と岩石

- I. 緒言
- II. 地形
- III. 地質概説
- IV. 地質各説
  - 1. 第1期噴出物
  - 2. 第2期噴出物
  - 3. 岩脈
  - 4. 湖成堆積物
- V. K-Ar年代
  - 1. 測定方法
  - 2. 測定結果
- VI. 岩石記載
  - 1. 第1期噴出物
  - 2. 第2期噴出物
- VII. 全岩化学組成
  - 1. 分析方法
  - 2. 結果
- VIII. 考察
  - 1. 飯土火山の活動時期
  - 2. 山体形成史
  - 3. 活動期間と噴出体積, 噴出率
- IX. 第4章のまとめ

## 第5章. 火山の寿命と東北日本弧南部背弧域火山の時空分布

- I. 緒言
- II. 成層火山の活動期間と噴出体積, 噴出率の関係
- III. 成層火山の寿命
- IV. 東北日本弧南部, 後期鮮新世～前期更新世火山岩の岩石学的特徴の広域変化
- V. 東北日本弧南部背弧域における火山活動の時空分布
- VI. 第5章のまとめ

## 第6章. 東北日本弧第四紀火山の空間分布の成因

- I. 緒言
- II. 東北日本弧第四紀火山活動の時空分布
- III. 東北日本弧下のスラブのセグメンテーション
- IV. スラブセグメント境界からの  $\text{H}_2\text{O}$  放出による島弧マグマ成因論
- V. 第6章のまとめ

## 論文内容要旨

東北日本弧は沈み込み帯における典型的な火山弧のひとつと考えられ、これまで多くのマグマ成因論の対象となってきた。それらは火山岩の岩石学的特徴の島弧横断方向への系統的な変化に着目しているが、火山の時空分布もマグマの成因を考察する上で重要な情報となり得る。しかし、東北日本弧の火山の時空分布の詳細、特に東北日本弧南部背弧域の火山活動についてはこれまで不明なままであった。

そこで、本博士論文では東北日本弧南部背弧域の火山活動を明らかにするため、守門、浅草、飯土、枳形火山の地質と岩石について記載し、K-Ar年代測定を行った。また、それらに基づき、守門火山のマグマプロセス、東北日本弧南部に分布する成層火山の活動期間と噴出体積の関係、東北日本弧第四紀火山の空間分布についても議論を行った。その結果を以下に示す。

守門火山の地質学的、年代学的研究からは次の結果が得られた。

1. 守門火山は約2.40Maに活動を開始し、約1.75Maに終了した第三紀鮮新世火山であることが判明した。その活動は第1期(2.40Ma-)、第2期(2.18Ma-1.97Ma)、第3期(1.92Ma-1.75Ma)の山体形成史上独立した3つの活動期に区分できる。
2. 第1期には厚い溶岩流とそれに伴う少量の火砕流が噴出し、溶岩ドームを持つ小規模な火山体を形成した。第2期には山頂付近から火砕流を主に噴出したが、厚い溶岩流もみられる。それらは主に西方に流下し、成層火山体を形成した。第3期には山頂付近から溶岩流とそれに伴う少量の火砕流、降下火砕物が噴出し、第2期の火山体を覆う成層火山体を形成した。
3. 守門火山を構成する岩石( $\text{SiO}_2=53.5\sim63.9\%$ )はシソ輝石質岩系に属し、medium-K安山岩に分類できる。また、活動期毎に岩石学的特徴が異なり、後の活動期の岩石ほど相対的に $\text{K}_2\text{O}$ と $\text{MgO}$ の両方に富むようになる。
4. 第1期の活動期間は22年以下、噴出体積は $2\text{ km}^3$ で、噴出率は $0.09\text{ km}^3/10^4\text{ yr.}$ より大きい。第2期の活動期間は21万年、噴出体積は $13\text{ km}^3$ で、噴出率は $0.62\text{ km}^3/10^4\text{ yr.}$ である。第3期の活動期間は17万年、噴出体積は $15\text{ km}^3$ で、噴出率は $0.88\text{ km}^3/10^4\text{ yr.}$ である。守門火山全体の活動期間は66万年、総体積は $30\text{ km}^3$ で、噴出率は $0.46\text{ km}^3/10^4\text{ yr.}$ である。

守門火山の斜長石斑晶サイズ分布の研究からは次の結果が得られた。

1. 守門火山におけるマグマ混合の両端成分マグマは、それぞれ異なった斜長石斑晶サイズ分布の特徴を示す。
2. 珪長質端成分マグマは石英閃緑岩質の地殻物質の混成によって生じた可能性があり、複数回のマグマ混合によって結晶の溶融とダスティゾーンの形成、リムの成長を繰り返し、複雑な組織とサイズ分布を示すようになった。
3. 苦鉄質端成分マグマが定常的なマグマ溜りを形成していたと考ええると、活動期間中結晶の平均滞在時間はほぼ一定であった。

浅草火山の地質学的、年代学的研究からは次の結果が得られた。

1. 浅草火山は約1.62Maに活動を開始し、約1.56Maに終了した前期更新世火山であることが判明した。
2. 浅草火山の火山活動は、層序および噴出物の特徴から5期に区分できる。早期溶岩流の活動では主に溶岩が噴出し、小規模な火山体を形成した。浅草本体噴出物の第1期の活動では多量の溶岩流とそれに伴

う火砕流堆積物が主に噴出し、成層火山体を形成した。第2期の活動では火砕流堆積物と溶岩流が主に噴出し、第1期の成層火山体の上部を広く覆った。第3期の活動では火砕流堆積物が主に噴出し、局所的に成層火山体の上部を覆った。第4期の活動では火砕流堆積物と溶岩流が主に噴出し、成層火山体の上部を覆った。

3. 浅草火山の活動期間は約6万年、総体積は $6\text{ km}^3$ で、噴出率は $1.08\text{ km}^3/10^4\text{ yr.}$ である。

樹形火山の地質学的研究からは次の結果が得られた。

1. 樹形火山は単一の溶岩からなる単成火山である。

2. 樹形火山の岩石は $\text{SiO}_2$ を約57%含み、medium-K 安山岩に分類される無斑晶質安山岩であり、 $\text{FeO}^*/\text{MgO-SiO}_2$ 図ではソレライト系列の領域にプロットされる。

飯土火山の地質学的、年代学的研究からは次の結果が得られた。

1. 飯土火山は約 $0.30 \pm 0.04\text{ Ma}$ 頃に開始し、 $0.22 \pm 0.02\text{ Ma}$ 頃に終了した中期更新世火山であることが判明した。

2. 飯土火山の火山活動は、層序と分布域から2期に区分できる。第1期には山体西南部で厚い溶岩流と火砕流堆積物を主に噴出し、活動後半に3つの溶岩ドームを形成した。第2期には山頂付近から火砕流と溶岩流を主に噴出し、活動末期に山頂部に溶岩ドームを形成した。

3. 飯土を構成する岩石はシソ輝石質岩系に属し、medium-K 安山岩に分類できる。

4. 飯土火山の活動期間は約6.5万年、総体積は $5\text{ km}^3$ で、噴出率は $0.63\text{ km}^3/10^4\text{ yr.}$ である。

火山の寿命と東北日本弧南部背弧域火山の時空分布に関する研究からは次の結果が得られた。

1. 東北日本弧南部から中部日本に分布する成層火山は噴出率の大きいものと小さいものに区分できる。

2. 10万～30万年程度の活動期間を持つ小型の成層火山が、百万年以下の期間にまとまって活動し、全体として大きな体積を持つ火山または火山群を形成することがある。

3. 東北日本弧南部で活動した後期鮮新世～前期更新世火山には、東北日本弧第四紀火山と同様、火山岩化学組成の島弧横断方向への系統的变化が認められる。

4. 東北日本弧南部背弧域には150万年前以降火山活動の空白域が存在する。

東北日本弧第四紀火山の空間分布の成因に関する研究からは以下の結果が得られた。

1. 東北日本弧下に沈み込むスラブは、沈み込み方向と平行な複数枚のセグメントに分断されている。

2. スラブのセグメント境界と第四紀火山、地震波低速度域の分布には対応関係が認められる。

3. 東北日本弧第四紀火山の空間分布と火山活動域の背弧側への拡大はスラブのセグメント境界からの $\text{H}_2\text{O}$ 放出モデルで説明できる。

## 論文審査の結果の要旨

新潟県南・北魚沼郡の東部には活動時代が不明確であるが、古い火山であろうと思われる守門火山と浅草火山、樹形火山、飯士火山という4火山があり、樹形火山を除いてカルクアルカリ岩系を主とする分化の進んだマグマを噴出している。明石和幸はこれら4火山の発達成長の歴史に詳細な物理的時間軸を与えることを目指して岩石学的・地質学的・年代学的調査研究を行った。本研究の間、前述の4火山の地質調査を行い、K-Ar年代測定により正確な物理的時間を目盛りにした各火山の形成史を明らかにするとともに、採取した多数の火成岩の主化学組成、微量アルカリ土類元素組成、希土類元素組成や、放射性期限のSr同位体組成を測定し、各火山の噴出物の地球化学的特徴を明らかにした。また岩石中に含まれる鉱物の化学組成から、それぞれの岩石が記録している物理化学的履歴を解読した。

その結果は以下の通りである。

守門火山の活動はおよそ240万年前に始まり、途中20万年から数万年にわたる休止期間を2回挟みながら、65万年間継続した。175万年前にその活動が終わった後すぐに、守門火山の東部で浅草火山の活動は短く6万年間しか続かず156間年前に終わった。守門火山と浅草火山は、第三紀のテクトニックな場に制御されてできた火山で、カルクアルカリ岩系の噴出物からなっている。第四紀初めに、浅草火山の活動後期に、およそ40km南部で樹形火山の短い活動がおこった。この間に火山活動を支配しているテクトニックな場が変わり、樹形火山はソレイト岩系のマグマのみを噴出している。その後およそ100万年間本地域には火山活動がなかったが、およそ30万年に飯士火山が活動を始めて8万年ほど続き、22万年以降本地域では活火山の活動はない。飯士火山は再びカルクアルカリ岩系の噴出物によって形成された火山である。

岩石の化学組成変化と火山活動の歴史を組み合わせ、鉱物が記録している履歴を解読を試みたところ、調査地域一帯ではマントルから上昇してきたのは玄武岩質マグマであること、浅い地殻物質を溶融して珪長質マグマを生成していること、すべての火山では噴出率は10万年で1立方キロ以下であること、地殻由来の珪長質マグマにマントルからの玄武岩質マグマが複数回間欠的に混合していることを示した。さらに単純なモデルに従って結晶の密度とサイズ分布の解析を行った結果、玄武岩質マグマのマグマ溜まりは、平均して十数年に一回マグマを絞り出し、それが珪長質マグマと混合して地表面に噴出することを示した。このことからマグマの温度が低下して結晶化がおこると、噴出までに要する時間はこれら4つの火山で大きな違いはないことを示した。

本研究により明石和幸は新潟県中部の4火山の形成の歴史を、年代学的に地球化学的に明らかにする事に成功しただけではなく、マグマ溜まりの機構や、島弧の発達・成長と地殻物質の相互作用について重要な知見をもたらした。これらの成果は地球科学的にも特筆される成果であり、今後自立して研究活動を行うのに必要な高度の研究能力と学識を有していることを示している。したがって明石和幸提出の論文は、博士（理学）の学位論文として合格と認める。